

ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации
К столетию со дня образования

ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Технологии искусственного интеллекта
в финансах и финтехе

Монография

Под редакцией
М. А. Эскиндарова, В. И. Соловьева

Москва – 2019

УДК 336.02

ББК 65.261

П 18

Рецензенты:

Гатауллин Т. М., доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры математических методов в экономике и управлении, заместитель директора центра цифровой экономики Государственного университета управления

Назипов Д. А., кандидат экономических наук, первый вице-президент Газпромбанка, заведующий кафедрой «Банковская автоматизация и информационные технологии» Финансового университета

Ответственные редакторы:

Эскиндаров М. А., академик РАО, доктор экономических наук, профессор

Соловьев В. И., доктор экономических наук, профессор

Авторы:

Абдикеев Н. М. (§ 4.3), *Барк В. Б.* (§ 3.2), *Бекетнова Ю. М.* (§ 2.3), *Блохин Н. В.* (гл. 7), *Бондарева Е. В.* (§ 3.3), *Бондаренко О. А.* (§ 2.2), *Брагин В. А.* (§ 3.2), *Бурякова А. О.* (§ 4.5), *Бучнева А. В.* (гл. 7), *Варнавский А. В.* (§ 4.5), *Волкова Е. С.* (§ 2.1), *Гайдамака А. И.* (§ 4.3), *Гисин В. Б.* (§ 2.1), *Золотарева Е. Л.* (§ 3.2, § 3.3), *Карпунин М. А.* (гл. 8), *Коротеев М. В.* (§ 3.4), *Куклина Д. О.* (§ 4.4), *Лосев А. А.* (§ 4.3), *Макрушин С. В.* (гл. 5–8), *Милованов Д. М.* (гл. 6), *Муравьев А. В.* (гл. 5), *Панюкова В. В.* (§ 4.2), *Пухов И. А.* (§ 4.4), *Славгородский А. А.* (§ 4.4), *Славин Б. Б.* (Введение, § 4.1), *Соловьев В. И.* (гл. 1, § 2.1, гл. 3, § 4.3, § 4.4), *Сухань А. А.* (§ 3.4), *Титко М. С.* (§ 4.4), *Титов Н. А.* (§ 3.2, § 3.5, гл. 7), *Феклин В. Г.* (§ 2.2)

П 18 **Парадигмы цифровой экономики:** Технологии искусственно-го интеллекта в финансах и финтехе: Монография / Под ред. М. А. Эскиндарова, В. И. Соловьева. — М.: Когито-Центр, 2019. — 325 с.

ISBN 978-5-89353-550-1

УДК 336.02

ББК 65.261

Монография обобщает новые результаты в области применения технологий искусственного интеллекта в финансах и финтехе. Отдельные главы посвящены экосистеме и ландшафту финтеха (включая обсуждение интеллектуальных технологий, на которых основаны принципиально новые модели бизнеса), применению технологий машинного обучения в кредитном скоринге, оценке устойчивости банков, выявлению банков, вовлеченных в отмывание доходов, прогнозированию рыночных трендов и разработке торговых стратегий, а также использованию технологий вики, вики-графов, семантических сетей и концептуальных карт в задачах разработки экспертных систем, баз знаний и метамodelей банковской архитектуры.

© ФГБОУВО «Финансовый университет», 2019

ISBN 978-5-89353-550-1

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
Введение	12
Глава 1	
Экосистема и ландшафт финтеха.	17
1.1. Финтех.	17
1.2. Предпосылки возникновения финтеха	21
1.3. Экосистема финтеха	23
1.4. Бизнес-модели финтеха	26
1.5. Ландшафт финтеха	39
Глава 2	
Интеллектуальные технологии в кредитном скоринге и оценке устойчивости финансовых организаций.	42
2.1. Применение машинного обучения в кредитном скоринге.	42
2.2. Интеллектуальные методы анализа устойчивости банков	58
2.3. Интеллектуальные методы выявления кредитных организаций, вовлеченных в отмыwanie доходов.	68

Глава 3	
Интеллектуальные технологии прогнозирования состояний финансовых рынков	81
3.1. Традиционные модели машинного обучения, используемые для прогнозирования рыночных трендов	81
3.2. Алгоритм прогнозирования моментов разворотов рыночных трендов на основе скользящих окон	86
3.3. Применение сверточных нейронных сетей для решения задач классификации и прогнозирования	91
3.4. Применение генеративно-сопоставительных нейронных сетей для решения задач классификации и прогнозирования	113
3.5. Применение систем, основанных на обучении с подкреплением, для решения задач классификации и прогнозирования	122

Глава 4	
Цифровые платформы и маркетплейсы	136
4.1. Цифровые платформы как тренд корпоративной автоматизации	136
4.2. Цифровые платформы в управлении цепями поставок	142
4.3. Межотраслевой маркетплейс для участников создания новых высокотехнологичных продуктов	147
4.4. Интеллектуальная система мониторинга вовлеченности студентов на основе технологий интернета вещей	157
4.5. Формализация экономических отношений в условиях развития автоматизации	169

Глава 5	
Технологии вики и их применение	175
5.1. Вики-технологии	175
5.2. Википедия	195
5.3. Википедия как источник, описывающий окружающую действительность	207

Глава 6	
Технологии семантических сетей и их применение	209

6.1. Введение в семантику и Semantic Web	209
6.2. Стек технологий Семантической паутины	218
6.3. RDF	222
6.4. OWL	227
6.5. SPARQL	234
6.6. Примеры онтологий и семантических сетей	237
6.7. Применение семантических сетей	242

Глава 7

Технологии Вики-графа и их применение	244
7.1. Вики-граф.	244
7.2. Графовые базы данных	247
7.3. Построение Вики-графа	254
7.4. Анализ Вики-графа	259
7.5. Практическое применение Вики-графа.	263

Глава 8

Технологии концептуальных карт и их применение.	268
8.1. Суть и специфика концептуальных карт	268
8.2. Применение концептуальных карт.	272
8.3. Инструменты работы с концептуальными картами	280
8.4. Пример адаптации технологии концептуальных карт для создания прикладного семантической технологии для банка	285

Литература	293
-----------------------------	------------

ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография «Парадигмы цифровой экономики» обобщает результаты исследований Финансового университета в области применения цифровых технологий, прежде всего технологий искусственного интеллекта, в частности, инструментов обработки и анализа данных, машинного обучения, интернета вещей в финансовом секторе и особенно в финтехе.

Книга содержит как обзоры новейших мировых исследований, так и оригинальные результаты разработки прикладных систем искусственного интеллекта.

В первой главе проводится обзор экосистемы финансовых инноваций, порожденных технологиями, бизнес-моделей, основанных на этих инновациях, обсуждается ландшафт и экосистема финтеха в России и за рубежом.

Вторая глава посвящена методологии применения машинного обучения в скоринге. В ней проводится обзор методов искусственного интеллекта, используемых в скоринге, а затем обсуждаются две модели машинного обучения, разработанные в Финуниверситете: модель анализа устойчивости коммерческих банков и модель выявления банков, участвующих в отмывании доходов.

Третья глава посвящена интеллектуальным торговым стратегиям, использующимся в управлении активами. Обсуждаются традиционные подходы к прогнозированию моментов разворотов рынка, а также новые результаты, полученные в Финуниверситете с помощью моделей, основанных на сверточных и генеративно-состя-

Предисловие

зательных нейронных сетях, обучении с подкреплением, а также скользящих окнах.

Четвертая глава посвящена цифровым платформам и маркетплейсам. Особое внимание уделено обсуждению перспектив создания цифровых платформ в государственном управлении и логистике. Также предлагается концепция разработки межотраслевого маркетплейса для участников рынков высокотехнологичной продукции. Затем описывается разработанная в Финансовом университете система автоматического мониторинга вовлеченности студентов на основе анализа видеопотоков, поступающих с размещенных в аудиториях камер. Завершается четвертая глава обсуждением формализации экономических отношений в условиях развития применения сквозных технологий.

Пятая глава посвящена технологиям вики и их применению. На данный момент технологии вики и построенная на этих технологиях Википедия оказались самым продуктивным инструментом построения слабо формализованных баз знаний. Помимо общих вопросов, рассматривается возможность применения данных технологий в корпоративной среде. Отдельный подраздел посвящен Википедии как ключевому глобальному информационному артефакту частично структурированного знания.

В шестой главе рассматриваются ключевые элементы современного технологического стека семантических технологий, относящихся к области Семантической паутины (Semantic Web), рассматриваются ключевые понятия и концепции, на которых базируются современные семантические технологии: технология представления данных и метаданных RDF, язык описания онтологий OWL, SPARQL – язык построения запросов к данным, описанным в формате RDF. Обсуждаются примеры построения онтологий и семантических сетей на базе этих технологий, как имеющие вид крупных инфраструктурных проектов, обеспечивающих базис для реализации прикладных семантических технологий, так и описывающие применение семантических сетей в бизнесе, в том числе в банках.

В седьмой главе обсуждаются технологии, которые позволяют на основе массива данных Википедии строить прикладные семантические системы. Рассматривается понятие веб-графа как частного случая графа, построенного на основе корпуса гипертекстовых документов. Дается определение Вики-графа и рассматриваются возможности, которые он предоставляет на фоне аналогичных структур

Предисловие

данных, построенных на базе других массивов гипертекстовых документов. Рассматривается возможность построения аналогичных структур данных для корпоративных и банковских приложений. Важной частью главы является знакомство с ключевыми технологиями для работы с Вики-графом — графовыми базами данных. Далее по результатам проведенного в Финуниверситете исследования русскоязычного сегмента Википедии описывается практически реализованная авторами технология построения Вики-графа, приводятся основные результаты анализа структуры построенного авторами Вики-графа и анализ аналогичных результатов других авторов. В конце главы рассматриваются прикладные аспекты использования вики-графов для банковских и корпоративных приложений.

Восьмая глава посвящена технологиям концептуальных карт и их приложениям. По сути концептуальные карты являются еще одним подходом для формирования баз знаний, готовящих почву для внедрения семантических технологий. Таким образом, технологии построения концептуальных карт наряду с вики-технологиями представляют еще одну форму прикладных семантических технологий. Более того, технологии концептуальных карт могут иметь синергию с вики-технологиями при построении баз знаний и их адаптации к решению бизнес-задач в банках. В седьмой главе раскрывается суть концептуальных карт, основные направления использования этой формы представления информации, приводится анализ прикладных программных пакетов для работы с концептуальными картами, описывается возможность использования концептуальных карт для формирования онтологий и возможности по адаптации и прикладному использованию концептуальных карт в банках и других крупных организациях.

Научное издание

ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

**Технологии искусственного интеллекта
в финансах и финтехе**

Под редакцией

М. А. Эскиндарова, В. И. Соловьева

Оригинал-макет и верстка – *С. С. Фёдоров*

Корректор – *О. В. Шапошникова*

Издательство «Когито-Центр»

129366, Москва, ул. Ярославская, д. 13

Тел.: +7 (495) 540-57-27

E-mail: post@cogito-shop.com, cogito@bk.ru

www.cogito-centre.com

Сдано в набор 18.01.19. Подписано в печать 02.02.19
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная
Гарнитура NewtonС. Усл. печ. л. 20,4. Уч.-изд. л. 20
Тираж 500 экз. Заказ 2698

Отпечатано в ПАО «Т8 Издательские Технологии»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5, ком. 6